

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra mechanické technologie

Studie realizace akreditované zkušební laboratoře na VŠB-TU Ostrava  
v tržních podmínkách Moravskoslezského kraje

The Study of Floatation of the Accredited Testing Laboratory based  
on VŠB-TU Ostrava in Conditions of Moravian-Silesian Region

Student:

Jiří Jurčeka

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petra Kočiščáková, Ph.D.

V Ostravě 21. 5. 2009

## Zadání bakalářské práce

Student:

**Jiří Jurčeka**

Studijní program:

B2341 Strojírenství

Studijní obor:

2301R040 Průmyslové inženýrství

Téma:

Studie realizace akreditované zkušební laboratoře na VŠB-TU Ostrava  
v tržních podmínkách Moravskoslezského kraje  
*The Study of Floatation of the Accredited Testing Laboratory based  
on VŠB-TU Ostrava in Conditions of Moravian-Silesian Region*

### Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika řešené problematiky.
2. Analýza současného stavu z hlediska konkurence, zákazníka a dalších vstupních informací.
3. Vyhodnocení analýzy, specifikace požadavků, identifikace problémů.
4. Vlastní návrhy řešení.
5. Zhodnocení přínosu práce.

### Seznam doporučené odborné literatury:

FORET, M., PROCHÁZKA, P., URBÁNEK, T.: *Marketing: základy a principy*. 1.vyd. Brno: Computer Press, 2003. 199 s. ISBN 80-7226-888-0.  
KOČIŠČÁKOVÁ, P.: *Management a podnikání*. přednášky, VŠB-TU Ostrava  
KOTLER, P., ARMSTRONG, G.: *Marketing*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 2004. 855 s. ISBN 80-247-0513-3  
SVĚTLÍK, J., ČENĚK, A.: *Marketing – cesta k trhu*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2005. 340 s. ISBN 80-86898-48-2.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petra Kočiščáková, Ph.D.**

Datum zadání:


29. září 2008

Datum odevzdání:

22. květen 2009



  
prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.  
vedoucí katedry

  
prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

### **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem vypracoval celou bakalářskou práci samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.
- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, же Высoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, же оdevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě :.....

.....

Jiří Jurčeka

Luční 192, 687 24 Uherský Ostroh

## **Anotace bakalářské práce**

JURČEKA, J. Studie realizace akreditované zkušební laboratoře na VŠB-TU Ostrava v tržních podmínkách Moravskoslezského kraje. Ostrava: katedra mechanické technologie, Fakulta strojní VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2009, 56 s. Bakalářská práce, vedoucí Kočiščáková, P.

Bakalářská práce je zaměřena na získání akreditace pro mechanickou laboratoř na VŠB-TU Ostrava, analýzu současného stavu trhu v rámci severní Moravy, cenovou a investiční náročnost, provozní náklady, vytipování segmentů trhu, ekonomické zhodnocení a výběr optimální varianty. Výsledkem bakalářské práce je návrh strojů a strojních zařízení, které musí být zakoupeny. Dále je to propočet nákladů na tyto stroje a strojní zařízení, poplatky za akreditaci, kalibraci měřidel a vyhodnocení zda se budoucí akreditovaná laboratoř dokáže udržet na trhu a bude konkurenceschopná.

## **Annotation of bachelor thesis**

JURČEKA, J. The Study of Floation of the Accereditated Testing Laboratory based on VŠB-TU Ostrava in Conditions of Moravian-Silesian Region, Faculty of Mechanical Engineering VŠB – Technical University of Ostrava, 2005, 56 p. Bachelor thesis, leader Kočiščáková, P.

Bachelor thesis is aimed for accreditation obtaining for mechanical laboratory at VŠB-TU Ostrava, analysis of present state of market within Northern Moravia, price and investment intensity, operating costs, tipping of market segment, economics evaluation and choose of optimal variety. The result of this thesis is design of machines and machineries, which have to be purchased. Then there is the calculation of the cost of these machines and machineries, charges for accreditation, calibration of gauges and further evaluation if the future accredited laboratory achieves to keep on the market and is able to compete.

# Obsah

Seznam použitého značení .....	- 8 -
Úvod .....	- 9 -
1. Obecná charakteristika řešené problematiky .....	- 10 -
1.1 Akreditovaná laboratoř .....	- 10 -
1.2 Akreditace .....	- 10 -
1.3 Metrologie a kalibrace .....	- 14 -
1.4 Personál.....	- 16 -
2. Analýza současného stavu z hlediska konkurence, zákazníka a dalších vstupních inf. ..	- 17 -
2.1 Popis laboratoře Vysoké školy Báňské pro mechanické zkoušky .....	- 17 -
2.2 Popis mechanických zkoušek .....	- 17 -
2.3 Konvekční zkoušky.....	- 22 -
2.4 Trh a jeho charakteristika.....	- 23 -
2.5 Cenové rozdělení u jednotlivých firem.....	- 23 -
3. Vyhodnocení analýzy, specifikace požadavků, identifikace problémů.....	- 26 -
3.1 Tahová zkouška .....	- 26 -
3.2 Zkouška tvrdosti .....	- 27 -
3.3 Zkouška rázem v ohybu .....	- 27 -
3.4 Zkouška lámavosti .....	- 28 -
3.5 Shrnutí.....	- 28 -
4. Vlastní návrhy a řešení .....	- 29 -
4.1 Strojní park .....	- 29 -
4.2 Náklady.....	- 43 -

5. Závěrečné zhodnocení práce .....	52
6. Seznam použitých pramenů.....	54
7. Seznam příloh .....	56

## Seznam použitého značení

Symbol	Význam	jednotky
$\varnothing$	Průměr	mm
$\alpha$	Vrcholový úhel	°
r	Poloměr zaoblení	mm
h	Hloubka vtisku	mm
HB	Značka tvrdosti podle Brinella	-
HR	Značka tvrdosti podle Rockwella	-
HV	Značka tvrdosti podle Vickerse	-
$R_m$	Mez pevnosti v tahu	MPa
$R_p$	Smluvní mez kluzu	MPa
$R_r$	Trvalá smluvní mez kluzu	Mpa
$R_t$	Smluvní mez kluzu při celkovém prodloužení	MPa
$A_5$	Tažnost	%
Z	Kontrakce	%
KV	Nárazová práce pro zkušební vzorek s V vrubem	J
KCV	Vrubová Houževnatost	J/cm <sup>2</sup>
$P_L$	Tvárný lom	%
$\Delta b$	Příčné rozšíření	mm



## Úvod

Akreditace začala vznikat někdy ve 40 až 50 letech 20 století v některých zemích, kde si z různých vnitřních potřeb zakládali své akreditační systémy, které se postupem času rozvíjeli a zvyšovali kvalitu poskytovaných služeb. Od té doby se po různých vývojích stala akreditace takovou, jakou ji známe nyní. Současné akreditační systémy posuzují činnost akreditačním orgánem, za účelem oficiálního uznání, že subjekt dodržuje mezinárodně stanovené požadavky a kritéria. Akreditační instituty vznikly ve všech vyspělých a rozvojových zemích a jsou jádrem národních akreditačních systémů.

Podstatou řešeného problému u akreditované laboratoře je plnění požadavků a kritérií, vykonávání zkoušek podle patřičných norem. Důležitou částí akreditované laboratoře je mít vyhovující strojní park se stroji, které jsou kalibrované v akreditované kalibrační laboratoři a které dokážou naplňovat potřeby zákazníka.

Před založením akreditované laboratoře je nutné provést průzkum trhu s cílem zaměřit se na konkurenci, nabídku jejich služeb a cenovou strategii, a dále se zaměřit na zákazníka a jeho požadavky.

Úkolem akreditované laboratoře je zaručit správné a kvalitní vyhodnocení materiálu výrobku. Vyhodnocené výsledky slouží k výzkumu, vývoji i k zajištění bezpečnosti osob, strojů a strojních zařízení. Důraz na bezpečnost je na místě, protože málokdo si dokáže představit význam odhalených nedostatků v rámci celého nabízeného spektra na našem trhu. Jedná se především o budovy, automobily, vlaky, letadla, mosty, různé stroje a zařízení v průmyslu strojním, těžebním atd.

Zajímavostí na akreditované laboratoři je, že neuděluje žádné rady okolo materiálu, ale pouze vyhodnotí požadavky dané zákazníkem.

# **1 Obecná charakteristika řešené problematiky**

## **1.1 Akreditovaná laboratoř**

Akreditovanou laboratoří se rozumí laboratoř, která splní patřičné požadavky dané normou a získá osvědčení od Českého institutu pro akreditaci. Akreditované laboratoře vznikají za účelem sjednocení evropského akreditačního systému vytvořeného národními akreditačními orgány, které fungují podle jednotných pravidel a akreditují podle definovaných mezinárodně uznávaných norem. [1]

## **1.2 Akreditace**

Akreditační proces je potvrzení nezávislosti, objektivity a způsobilosti subjektu pro vykonávání definovaných činností. Akreditace znamená zvýšení důvěry v dodržování potřebné úrovně jakosti poskytovaných služeb a uznání způsobilosti zkušební laboratoře akreditačním orgánem zadaným v Osvědčení o akreditaci. [2]

### **1.2.1 Přínos akreditace**

- Záruka zákazníka ve vyhlášené kvalitě nabídky akreditovaných subjektů,
- neustálé zdokonalování systému jakosti v akreditovaných subjektech kontrolovaný pravidelným dozorem nad plněním akreditačních kritérií,
- trvalé zvyšování růstu dovedností personálu, jakosti služeb a lepší technické zabezpečení činnosti akreditovaných subjektů,
- akreditace je v určitých případech podmínkou k autorizaci,
- ekonomický účinek, a to jak z pohledu akreditovaných subjektů a jejich zákazníků, tak i z pohledu ochrany veřejného zájmu,
- snadnější přístup na trhy. [3]

### **1.2.2 Pravidla postupu při akreditaci**

Posuzování zkušební laboratoře je rozděleno na 2 oblasti. Systém jakosti je zařazený do první oblasti a systém praktické odbornosti je zařazen do druhé oblasti.

Pro získání akreditace postupujeme následovně:

- O prvotní posouzení v rámci akreditace podá zájemce oficiální formulář žádosti o akreditaci s případnými přílohami.

- Žádost splňující požadavky České inspekce pro akreditaci (ČIA), je zaregistrována.
- V případě, že ve vyplněné žádosti o akreditaci nebyly zjištěny žádné nedostatky, připraví ČIA žadateli o akreditaci návrh smlouvy, zpracovanou v souladu s ustanovením zákona č.513/1991 Sb. Obchodní zákoník o kontrolní činnosti. Posuzování bude zahájeno po podepsání a vrácení smlouvy žadatelem zpět ČIA a uhrazením všech náležitých faktur.
- K posouzení žadatel pošle ČIA řízenou dokumentaci laboratoře (standardní operační postupy, místní provozní a bezpečnostní postupy, příručku kvality...).
- ČIA vystaví zprávu a posouzení dokumentace.
- Dále pak ČIA vypraví skupinu pozorovatelů dle množství požadovaných akreditovaných zkoušek.
- Pozorovatelé hodnotí práci žadatele na místě.
- ČIA napíše zprávu o posouzení pozorovatelů.
- ČIA vypracuje rozhodnutí o akreditaci.
- ČIA vypracuje osvědčení o akreditaci.
- ČIA nadále pozoruje subjekt, které vystavila akreditaci.
- ČIA nadále dohlíží na subjekt, které vystavila akreditaci po celou dobu platnosti osvědčení o akreditaci. Záměrem je, aby požadavky akreditačních kritérií byli v souladu s činnostmi akreditovaného subjektu. [4]

### **1.2.3 Dozorové návštěvy**

ČIA uskutečňuje dozor na základě smlouvy o kontrolní činnosti s akreditovaným subjektem. Po dobu kdy platí osvědčení o akreditaci, se uskutečňují dozory, které posuzují, jestli akreditovaná laboratoř splňuje požadavky akreditačních kritérií. Do dozorových návštěv řadíme pravidelné dozorové návštěvy (PDN), mimořádné dozorové návštěvy (MDN) a jiné dozorové aktivity.

Pravidelné dozorové návštěvy se provádí v intervalu od 12 měsíců do 24 měsíců. Záleží na spolehlivosti a stabilitě zavedeného systému jakosti v akreditovaném subjektu. První dozorová návštěva se provádí do 1 roku.

Dozorové návštěvy se neprovádějí před ukončením platnosti osvědčení o akreditaci v době kratší než 3 měsíce a dále pak, jestli si akreditovaný subjekt pozastavil účinnost nebo zrušil osvědčení o akreditaci.

Mimořádné dozorové návštěvy se provádějí, když akreditovaný subjekt, který měl pozastavenou účinnost, znovu žádá o obnovení účinnosti o akreditaci, dále pokud došlo

v akreditovaném subjektu ke změně postupu, vedoucí osoby, místa vykonávání zkoušek, atd., a v případě, že by akreditovaný subjekt nedodržel kritéria a závazky akreditované laboratoře.[4]

#### **1.2.4 Posuzování budoucí laboratoře**

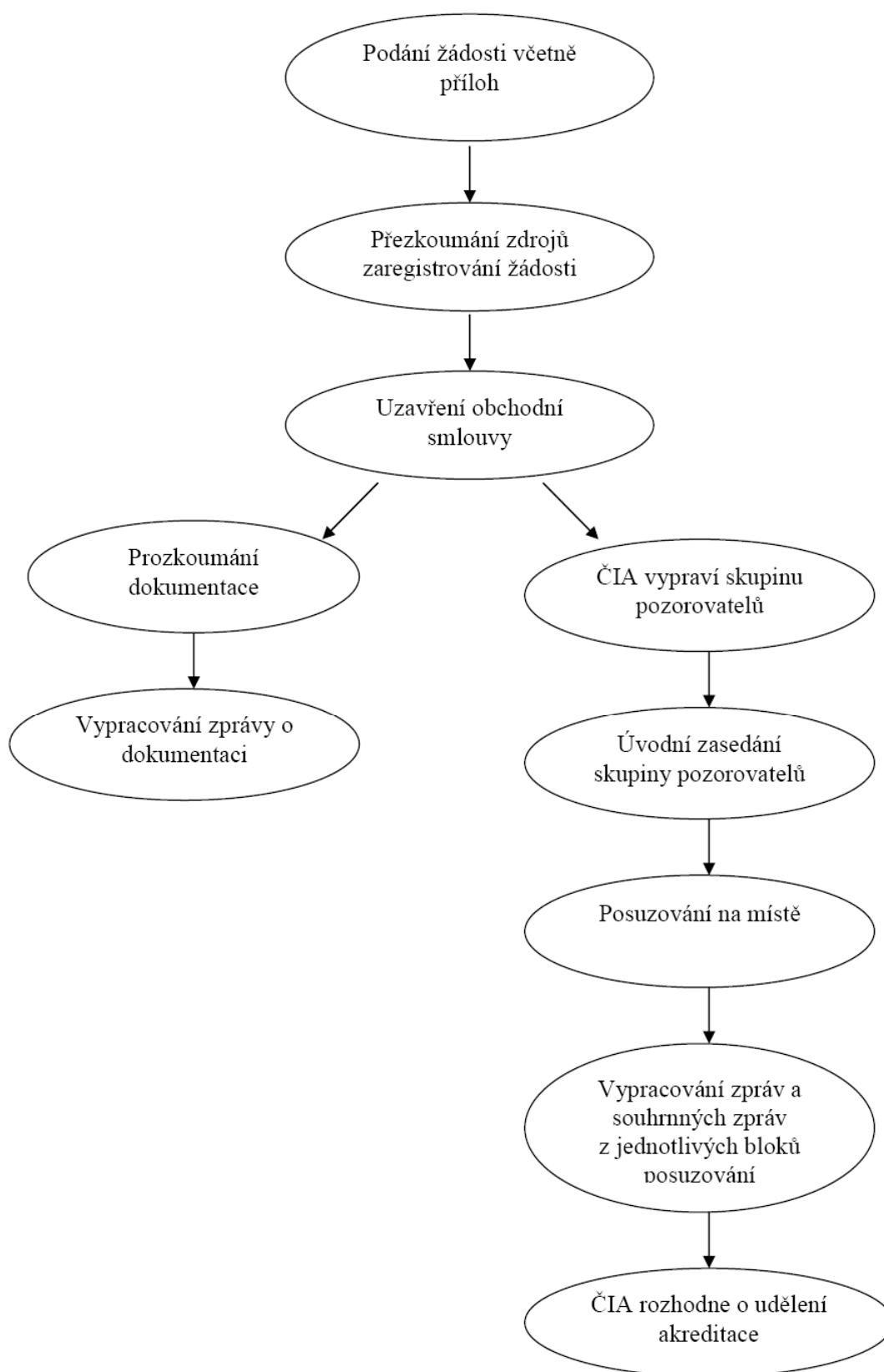
Posuzování se provádí podle zadaného harmonogramu a provádí je odborní posuzovatelé podle stanovených pravidel pod dohledem vedoucího posuzovatele. Posuzování budoucí akreditované laboratoři pro provádění zkoušek mechanických vlastností je rozděleno do dvou oblastí.

Nejdříve se posuzuje aktuální stav dokumentace systému jakosti akreditovaného subjektu. Mezi dokumentaci řadíme ověření poptávek nabídek a smluv, řízení dokumentů, kupování služeb a dodávek, subdodávky zkoušek, služby zákazníkovi, řízení neshodných prací při zkoušení, stížnosti, opatření k nápravě, preventivní opatření, zlepšování, řízení záznamů, interní audity a přezkoumání systému managementu.

V další oblasti posuzuje způsobilosti žadatele pro požadovaný rozsah činností, jestli je žadatel ve shodě s odpovídajícími normami a ostatními akreditačními kritérii. Mezi tyto kritéria řadíme zkušební metody a ověření, prostory a podmínky prostředí, osoby oprávněné vstupu na pracoviště, stroje a zařízení, výsledky zkoušek, předání údajů o výsledcích, protokoly o zkouškách, přenos výsledků a úprava protokolů, vzorkování, návaznost měření a odborná stanoviska a jejich výklad. Posuzování se provádí v prostorách, kde žadatel vykonává danou činnost.

Akreditovaná laboratoř má za povinnost obě tyto části zpracovat v dokumentaci a řídit se podle toho v praxi. [4]

### 1.2.5 Základní kroky akreditačního procesu



**Obr. 1** Základní kroky akreditačního procesu [4]

### 1.3 Metrologie a kalibrace

Metrologie je věda o měření, která znázorňuje tříděné zkoumání, organizaci a použití správných metod, pomocí kterých se shromažďují informace z okolního světa. Metrologie jako nauka o měření má zásadní význam nejen při kvantifikaci různých parametrů jakosti strojírenských výrobků, ale i v dalších oblastech. Například:

- Ve všech aplikačních vědách při studování přírodních zákonů.
- V nejrůznějších technologických procesech všech výrobních odvětví.
- Při kontrole a zkoušení hotových výrobků.
- V oblasti obchodu při kontrole poctivosti v dodavatelsko-odběratelských vztazích.
- V oblasti dopravy a spojů, kde jde do jisté míry o metrologii specializovanou.
- Při zjišťování zdraví občanů a zlepšování životního prostředí.
- Ve sportu a v běžném občanském životě.
- Zajišťování jednotnosti a přesnosti měření.

Správnost, jednotnost a přesnost měření je pouze část měření metrologie, nebere se jako celek. Obsahem metrologie je stanovení měřicích jednotek, měřicích metod, kategorizace měřidel a měřicích přístrojů, stanovení fyzikálních a technických konstant. [5]

#### 1.3.1 Rozdělení metrologie

Metrologii členíme do oblastí. Do těchto oblastí řadíme teoretickou (vědeckou) metrologii, technickou metrologii a legální (legislativní) metrologii. [6]

**Tab. 1** Rozčlenění metrologie

<b>METROLOGIE</b>		
<b>Teoretická metrologie</b>	<b>Technická metrologie</b>	<b>Legální metrologie</b>
Teoretické aspekty: <ul style="list-style-type: none"><li>- Metrologické veličiny</li><li>- Jednotky metrologických veličin</li><li>- Metrologické názvosloví</li><li>- Normalizace</li><li>- Teorie chyb atd.</li></ul>	Aplikační technické aspekty: <ul style="list-style-type: none"><li>- Měřicí metody</li><li>- Měřicí prostředky</li><li>- Proces měření</li><li>- Vyhodnocování výsledků měření atd.</li></ul>	Právně organizační aspekty: <ul style="list-style-type: none"><li>- Zákonné předpisy</li><li>- Instituce</li><li>- Organizace a plánování kontroly</li><li>- Ověřování měřicích prostředků</li><li>- Normalizace atd.</li></ul>

### **1.3.2 Ověřování a kalibrace měřidel**

Hlavním prostředkem při získávání návaznosti výsledků měření je kalibrace etalonů a měřidel. Srovnáním s etalony se získají metrologické charakteristiky měřidla.

Při kalibraci měřidla se dosahuje toho, že jsou buď přiřčeny hodnoty měřených veličin k rozeznávaným hodnotám, nebo se stanoví korekce vůči rozeznávaným hodnotám. V kalibračním listu je zapsán výsledek kalibrace.

Součástí kalibrace je také odlišný režim, ve kterém se provádí ověřování stanovení měřidel. Ověřením se vydává potvrzení, že stanovené měřidlo má patřičné metrologické vlastnosti. ČMI vydá na ověřené měřidlo úřední značku nebo ověřovací list.

Na stránkách ČMI můžete pro daný druh měřidla rychle najít laboratoř podle druhu měřidla, které potřebujete kalibrovat nebo ověřit - stačí v databázi zadat druh měřidla. Po jeho zvolení se zobrazí seznam laboratoří, které hledanou službu provádějí a můžete volit nejbližší laboratoř podle místa vašeho působení nebo podle údajů o parametrech kalibrace. Každá z těchto laboratoří vám poskytne také případné podrobné informace. [7]

### **1.3.3 Stanovená měřidla**

Způsob metrologické návaznosti u stanovených měřidel je ověřování a provádí ho Český metrologický institut nebo Autorizované metrologické středisko. Postup při metrologickém názvosloví stanoví opatření obecné povahy, vyhláška, technická norma, popřípadě jiný normativní technický předpis. Výstup činnosti u stanovených měřidel je umístění úřední značky nebo vydání ověřovacího listu nebo obojí. Z procesu ověření obvykle nejsou výstupem ani údaje o skutečných chybách měřidla, ani nejistoty měření. Kritéria shody stanoví u stanovených měřidel opatření obecné povahy, vyhláška, technická norma, popřípadě jiný normativní technický předpis. Lhůtu platnosti metrologické návaznosti stanoví vyhláška. Ve specifických případech kde nehrozí zneužití informací o skutečných chybách měřidla, lze platně ověřené měřidlo též kalibrovat, jsou-li pro takový požadavek relevantní důvody. [7]

### **1.3.4 Pracovní měřidla**

Způsob metrologické návaznosti u pracovních měřidel je kalibrace a provede ji jakýkoliv subjekt, který rozhoduje o užití vhodných etalonů navázanými v souladu se zákonem o metrologii. Postup při měření metrologickém názvosloví není sice stanoven právní úpravou, ale většinou se domluví kalibrační laboratoř s uživatelem měřidla. Výstup činnosti není dán právní úpravou, ale obvykle akreditační laboratoř vydá kalibrační list a na stroj

umístí kalibrační značku. Údaje o skutečných chybách měřidla a nejistot měření jsou uvedeny v kalibračním listu dle ČSN EN ISO/IEC 17 025, protože uživatelé měřidel je většinou využívají k práci při výkladu hodnot naměřených příslušným měřidlem. Kritéria shody opět nejsou stanoveny právní úpravou, ale stanoví je uživatel měřidla, v některých případech po konzultaci s kalibrační laboratoří, s přihlédnutím ke stanovisku měřidla a podobně. Lhůtu platnosti metrologické návaznosti udá uživatel měřidla podle metrologických a technických vlastností, způsobu a četnosti používání měřidla, doporučení výrobce nebo kalibrační laboratoře, svých zkušeností atd. I u pracovních měřidel platí že, ve specifických případech kde nehrozí zneužití informací o skutečných chybách měřidla, lze platně ověřené měřidlo též kalibrovat, jsou-li pro takový požadavek relevantní důvody. [7]

### **1.3.5 Etalony**

Způsob metrologické návaznosti u etalonů je kalibrace, kterou provede Český metrologický institut nebo Středisko kalibrační služby (vyhlášené dle zákona o metrologii). Postup při měření metrologického názvosloví, výstup činnosti a kritéria shody není opět stanoven právní úpravou, ale je dán přesně jako u pracovních měřidel. Lhůtu platnosti u metrologické návaznosti vydá uživatel podle metrologických a technických vlastností, způsobu a četnosti používání etalonu. [7]

## **1.4 Personál**

Personál v akreditované laboratoři na Vysoké škole Báňské by se měl skládat z počtu dvou zaměstnanců. Zaměstnanci musí být každé 2 roky proškoleni z bezpečnosti práce, první pomoci a zacházení s elektrickým zařízením. Dále jejich kvalifikace musí mít takovou patřičnou hodnotu, aby jeden pracovník mohl provádět zkoušky mechanických vlastností bez dozoru a druhý pracovník (vedoucí) mohl schvalovat protokoly s vyhodnocením výsledků mechanických vlastností prováděné zkoušky, za které ponese zodpovědnost.



## **2 Analýza současného stavu z hlediska konkurence, zákazníka a dalších vstupních informací.**

### **2.1 Popis laboratoře Vysoké školy Báňské pro mechanické zkoušky**

Pro stanovení mechanických vlastností materiálu provádíme mechanické zkoušky. V laboratořích metalografických a laboratořích analytické chemie jsou prováděny další zkoušky potřebné pro hodnocení materiálu. V laboratoři se doporučuji zaměřit na tyto zkoušky a také na ně bude zaměřena má práce.

### **2.2 Popis mechanických zkoušek**

Mezi konečné vlastnosti určeného materiálu patří mechanické vlastnosti, které nám udávají, jestli je materiál vhodný pro danou funkci nebo použití v praxi. Díky mechanickým zkouškám jsou zjišťovány základní mechanické vlastnosti, které se využívají k vyhodnocení jakosti materiálu, pro výpočty konstrukcí a k obecnému posouzení vhodnosti určitých technologických operací. Jedna z možností, která nám může pomoci lépe využít kovových materiálů, je širší seznámení se s jejich vlastnostmi a chováním v náročných podmínkách namáhání. Velký průmyslový rozvoj přitom vyžaduje vyšší požadavky na vlastnosti materiálu. U výrobních strojů a strojních zařízení se dbá převážně na zajištění bezpečnosti, spolehlivosti a životnosti. Tyto charakteristiky by měli splňovat stále větší nároky na vlastnosti materiálů. Týká se to hlavně těch věcí, při kterých by selhání mělo hrozivé následky (auta, letadla, lodě, budovy, vlaky, atd.). Mezi základní mechanické vlastnosti řadíme ty, které jsme získali za pomoci zkoušky tahem, zkouškou rázem v ohybu a také některou z metod zkoušky tvrdosti materiálu. [8]

#### **2.2.1 Dělení mechanických zkoušek**

Mechanické zkoušky dělíme na destruktivní a nedestruktivní zkoušky. V budoucí akreditované laboratoři budeme mít pouze destruktivní zkoušky. Tyto zkoušky se dále dělí na statické a dynamické. [8]

**Tab. 2** Rozdělení mechanických zkoušek

<b>Zatížení</b>	<b>Krátkodobé</b>	<b>Dlouhodobé</b>
<b>Statické</b>	Zkouška tahem	Zkouška tečení ( creepová)
	Zkouška tlakem	
	Zkouška ohybem	
	Zkouška krutem	
	Zkouška stříhem	
<b>Dynamické</b>	Zkouška rázem v ohybu	Zkouška vysokocyklové únavy
	Zkouška nízkocyklové únavy	

### **2.2.2 Zkouška tahem**

Základ zkoušky tahem spočívá v tom, když tahovým strojem deformujeme zkušební vzorek skoro vždy až do přetržení. Z toho se určí jedna nebo více mechanických vlastností uvedených v příslušné normě. Zkouší se při teplotách:

- okolních (mezi 10 °C až 35 °C);
- snížených (pod 10 °C);
- zvýšených (nad 35 °C);

Podle tvaru a velikosti výrobku se stanovují tvary a rozměry zkušebních tyčí, ze kterých určujeme mechanické vlastnosti. Vzorek vzniká ze součásti upravením na patřičný tvar. Tvary zkušebních vzorků mají průřez obdélníkový, kulatý, čtvercový atd. Zkoušky se provádí na trhacím stroji, který musí splňovat normu EN 10002-2. [9]

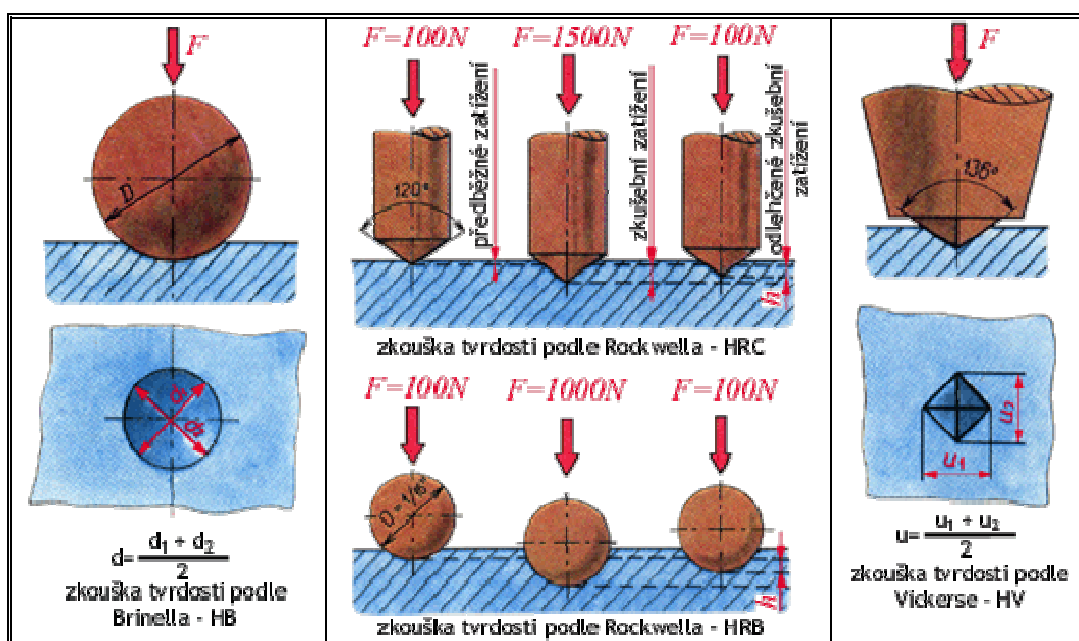
### **2.2.3 Zkoušky tvrdosti**

Tvrdot je definována jako odpor materiálu proti vnikaní cizího tělíska. Většina přístrojů pracuje na tomto principu. U výsledků zkoušky tvrdosti neuvádíme jednotky. Značka tvrdosti je H.

Rozdělení zkoušek tvrdosti je na statické a dynamické, neboli podle způsobu zatížení nebo na plastické a elastické, což je rozdělení podle typu deformace zkoušeného povrchu. [10,11]

Tab. 3 Metody měření tvrdosti

METODY MĚŘENÍ TVRDOSTI		
Staticko-plastické	Dynamicko-plastické	Dynamicko-elastické
Brinell	Poldi kladívko	Shoreho skleroskop
Rockwell	Baumannovo kladívko	Duroskop
Vickers		



Obr. 2 Zkoušky tvrdosti

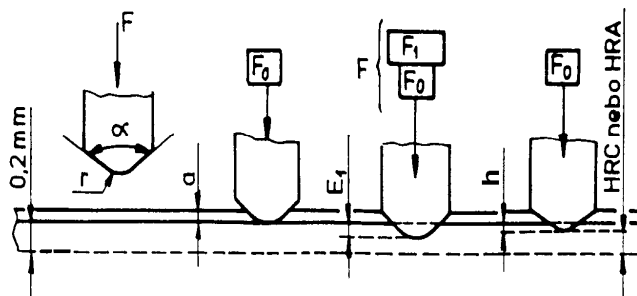
### Zkouška tvrdosti podle Rockwella

Základem zkoušky tvrdosti podle Rockwella je, že se vtlačuje zkušební tělísko do zkušebního vzorku postupně nadvakrát za daných podmínek, které jsou:

Do zkušebního tělíska nejdříve vtlačíme předzátěž, abychom odstranili nerovnosti z povrchu. Dále zvyšujeme zatížení na předepsanou hodnotu (viz obr. 3). Po dosažení požadovaného zatížení a ustálení hodnoty na ukazateli snížíme sílu zátěže na hodnotu předpětí. Na stupnici pak odečítáme tvrdost podle Rockwella.

Podle druhu materiálu rozdělujeme také druh zkušebního tělíska. Pro tvrdé materiály volíme diamantový kužel s vrcholovým úhlem  $\alpha = 120^\circ$  s poloměrem zaoblení na vrcholu

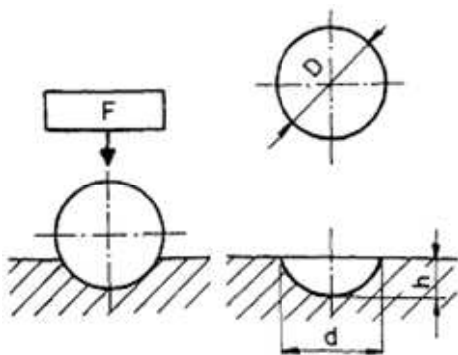
$r = 0,2 \text{ mm}$  a pro měkké materiály používáme ocelovou kalenou kuličku o  $\varnothing 1,587 \text{ mm}$  (1/16") nebo 3,175 mm. [10,11]



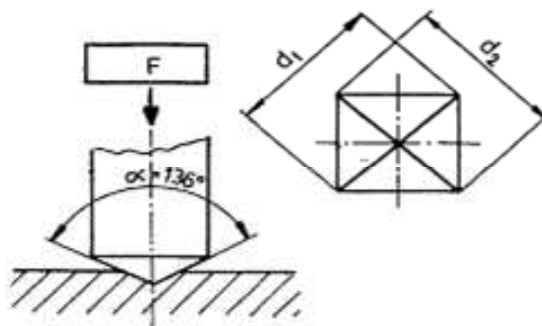
**Obr. 3** Podstata měření tvrdosti podle Rockwella

### Zkouška tvrdosti podle Brinella

Základ zkoušky tvrdosti podle Brinella spočívá v tom, že se zkušební tělísko vtlačuje do materiálu. Po odlehčení síly  $F$  tak zanechává vtisk na zkušebním vzorku, který se dvakrát kolmo na sebe změří, aby se vyloučili chyby (Obr. 4). Vyhodnotí se pak podle tabulek tvrdosti. Označení zkoušky podle Brinella je HB. Zkušební tělísko je vyrobeno buď z normalizované ocelové kalené kuličky (HBS) nebo kuličky z tvrdokovu (HBW). Zkouška tvrdosti podle Brinella má výhodu, že může používat větší vzorky. Nevýhodou je, že vtisk bývá někdy nezřetelný a nesouměrný. Další nevýhodou je deformace kuličky z kalené oceli. Proto se používají kuličky ze slinutých karbidů pro materiály a tvrdosti větší než  $HB=400$ . [10,11]



**Obr. 4** Podstata zkoušky tvrdosti podle Brinella



**Obr. 5** Podstata zkoušky tvrdosti podle Vickerse

### Zkouška tvrdosti podle Vickerse

Základem zkoušky tvrdosti podle Vickerse je, když diamantový pravidelný čtyřboký jehlan o vrcholovém úhlu  $136^\circ$  vtlačujeme do zkušebnímu materiálu zadanou silou  $F$  kolmo ke zkušebnímu vzorku (Obr. 5). Čas od počátku zatížení do plné hodnoty zatížení nesmí překročit 10 sekund. Doba plného zatížení je v rozmezí 10 – 15 s. Nesmí se na vzorek působit nárazy. Zkoušku podle Vickerse rozdělujeme do 3 skupin podle zatížení: [10,11]

**Tab. 4** Zatížení u zkoušky podle Vickerse

OZNAČENÍ	SYMBOL TVRDOSTI	ZKUŠEBNÍ ZATÍŽENÍ $F$ [N]	ZKUŠEBNÍ METODA
Zkouška tvrdosti dle Vickerse	HV 5 ÷ HV 100	49,03 ÷ 980,7	ČSN EN ISO 6507/1
Zkouška tvrdosti dle Vickerse při nízkém zatížení	HV 0,2 ÷ < HV 5	1,961 ÷ < 49,07	ČSN EN ISO 6507/1
Zkouška mikrotvrdosti dle Vickerse	< HV 0,2	< 1,961	ČSN EN ISO 6507/1

#### 2.2.4 Zkouška rázem v ohybu

Základ zkoušky rázem v ohybu spočívá v tom, když se přerazí vzorek, který má na jedné straně vrub, Charpyho rázovým kyvadlovým kladivem. Zkouška končí přeražením zkušebního tělesa. Výsledkem zkoušky rázem v ohybu je nárazová práce, která je vyjádřena v Joulech (J). Zkušební vzorek musí splňovat požadavky normy ČSN EN 10045-1. Tvar základního zkušební vzorku má čtvercový průřez o straně 10 mm a délce 55 mm. Uprostřed tělesa se nachází vrub typu U nebo V (obr. 6) [8]



**Obr. 6** Vzorky pro zkoušku rázem v ohybu

### **2.2.5 Zkouška lámavosti**

Základem zkoušky lámavosti je ohýbání zkušební tyče, která je podepřená dvěma podpěrami a působí na ni statická síla  $F$  ve tvaru klínu, který je umístěn mezi dvě podpěry. Koncem zkoušky považujeme ohnutí nepřerušného materiálu na požadovaný úhel. Daný úhel se volí podle pevnosti materiálu. Zkouškou lámavosti se zjišťují deformační schopnosti zkoušeného materiálu. Zkouška lámavosti se používá převážně na svařované zkušební tyče. U tohoto způsobu se posuzuje kvalita svarového spoje. Další zkušební materiál, který se testuje, jsou tyče ploché, kruhové a mnohoúhelníkové. Pokud se na materiálu v místě ohybu neobjevily různé trhliny, shledáváme zkoušku úspěšnou. [12]

## **2.3 Konvekční zkoušky**

Mezi konvekční zkoušky, které budou prováděny v akreditované laboratoři na VŠB, patří:

### **Zkouška tahem**

- a) ČSN EN 10002-1.... zkušební metoda za okolní teploty
- b) ČSN EN 10002-5.... zkušební metoda za zvýšené teploty
- c) ČSN 420313..... zkouška tahem za snížených teplot

### **Zkouška rázem v ohybu ocelí, litin, svarů a slitin**

- a) ČSN EN 10045-1....zkouška rázem v ohybu podle Charpyho metody ( V a U vruby ) za:
  - okolních teplot
  - snížených teplot
  - zvýšených teplot

### **Zkoušky lámavosti ocelí, slitin, svarů ohybem**

- a) ČSN EN ISO 7438... zkouška ohybem

### **Zkouška tvrdosti materiálů**

- a) ČSN EN ISO 6506-1....zkouška tvrdosti podle Brinella
- b) ČSN EN ISO 6507-1....zkouška tvrdosti podle Vickerse
- c) ČSN EN ISO 6508-1....zkouška tvrdosti podle Rockwella  
(stupnice A,B,C,D,E,F,G,H,K,N,T)

## **2.4 Trh a jeho charakteristika**

Moravskoslezský kraj spadá mezi průmyslové oblasti v ČR. Nachází se zde hodně velkých firem, které nemají akreditovanou laboratoř, ale i firmy s vlastními akreditovanými laboratoři pro zkoušení mechanických vlastností. Mezi tyto společnosti (konkurenty) řadím:

- VÍTKOVICE TESTING CENTER, s.r.o.
- MATERIÁLOVÝ A METALORGICKÝ VÝZKUM, s.r.o.
- VÝZKUMNÝ ÚSTAV HUTNICTVÍ ŽELEZA, a.s.
- TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s.
- ARCELORMITTAL OSTRAVA, a.s.

Těchto 5 firem má dominantní postavení na trhu. V některých z výše uvedených firem jsem absolvoval přímo exkurse. Prohlédl jsem si stroje, které jsou v těchto společnostech využívány. Odpovědný pracovník mi postupně ukázal a vysvětlil celý chod akreditované laboratoře. V následujících tabulkách tyto firmy rozdělím podle cen, které stanovují pro jednotlivé zkoušky.

## **2.5 Cenové rozdělení u jednotlivých firem**

Cenová nabídka za provedení určité zkoušky je u každé firmy rozdílná a závislá na množství vykonávaných zkoušek, požadavcích na vyhodnocení výsledků a také zda se nejedná o speciální materiál, který potřebuje na vyhodnocení speciální zařízení a zvláštní odborné zkušenosti hodnotitele. Z výše uvedených důvodů jsou ceny pouze orientační.

### 2.5.1 Zkouška tahem

V následující tabulce najdeme cenovou nabídku jednotlivých firem pro zkoušku tahem. Nejdražší cena za zkoušku tahem je 500 Kč a nejlevnější cena je 450 Kč.

**Tab. 5** Ceny za zkoušku tahem

<b>Firma</b>	<b>Požadavky</b>	<b>Cena [Kč]</b>
Vítkovice Testing Center	$R_m, A_5, Z, R_p, R_r, R_t$	450,-
Materiálový a Metalurgický výzkum	$R_m, A_5, Z, R_p, R_r, R_t$	500,-
ArcelorMittal Ostrava	$R_m, A_5, Z, R_p, R_r, R_t$	470,-
Výzkumný ústav hutnictví železa	$R_m, A_5, Z, R_p, R_r, R_t$	500,-
Třinecké železářny	$R_m, A_5, Z, R_p, R_r, R_t$	480,-

### 2.5.2 Zkouška tvrdosti

V této tabulce jsou zaznamenány ceny za zkoušky tvrdosti. Do ceny jsou zahrnuty tři vtisky do zkušebního vzorku.

**Tab. 6** Ceny za zkoušku tvrdosti

<b>Firma</b>	<b>Požadavky</b>	<b>Cena [Kč]</b>
Vítkovice Testing Center	HV, HB, HR	100,-
Materiálový a Metalurgický Výzkum	HV, HB, HR	50,-
ArcelorMittal Ostrava	HV, HB, HR	70,-
Výzkumný ústav hutnictví železa	HV, HB, HR	150,-
Třinecké železářny	HV, HB, HR	120,-



### 2.5.3 Zkouška rázem v ohybu ( vrubová houževnatost )

V následující tabulce jsou uvedeny ceny za zkoušku rázem v ohybu. Cena se počítá za jeden přeražený vzorek a vyhodnocení požadavků, které jsou níže zmíněné.

**Tab. 7** Ceny za zkoušku rázem v ohybu

<b>Firma</b>	<b>Požadavky</b>	<b>Cena [Kč]</b>
Vítkovice Testing Center	KV, KCV, P <sub>L</sub> , Δb	100,-
Materiálový a Metalurgický Výzkum	KV, KCV, P <sub>L</sub> , Δb	150,-
ArcelorMittal Ostrava	KV, KCV, P <sub>L</sub> , Δb	120,-
Výzkumný ústav hutnictví železa	KV, KCV, P <sub>L</sub> , Δb	140,-
Třinecké železářny	KV, KCV, P <sub>L</sub> , Δb	160,-

### 2.5.4 Zkouška lámavosti

Cena se stanovuje podle druhu ohýbaného materiálu. Cena zkoušky je za jeden ohnutý vzorek.

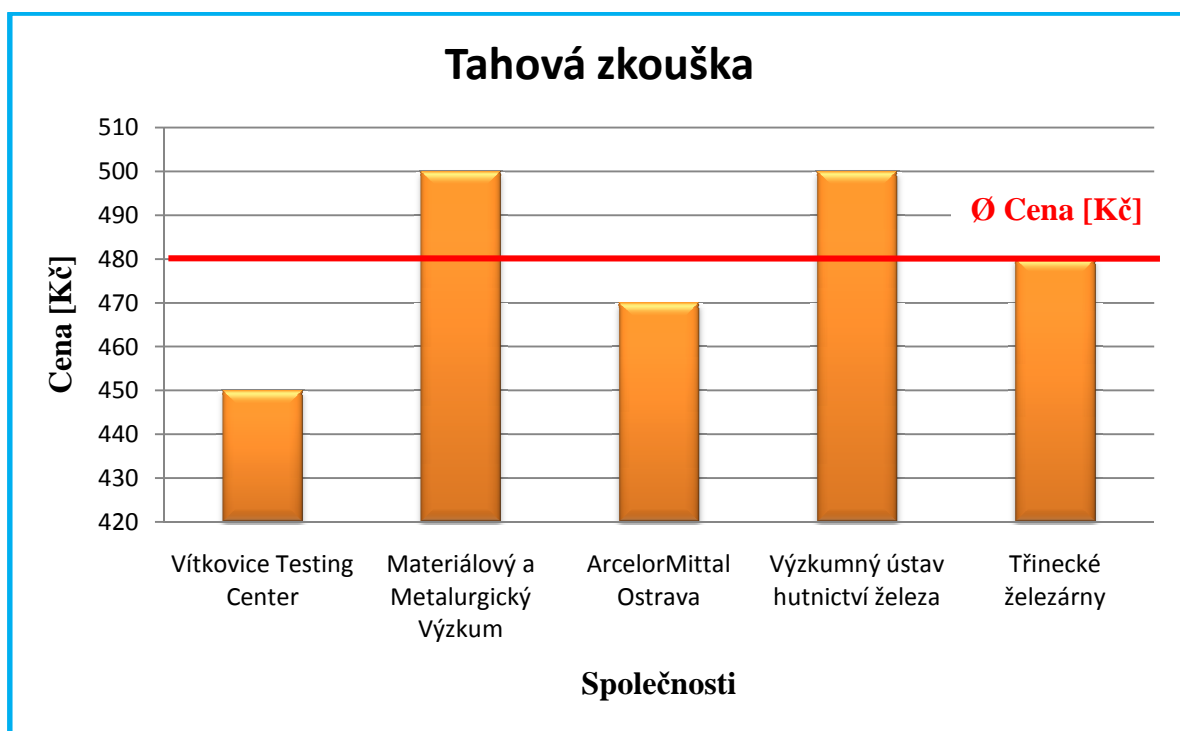
**Tab. 8** Ceny za zkoušku lámavosti

<b>Materiál</b>	<b>Firma/cena [Kč]</b>				
	Vítkovice Testing Center	Materiálový a Metalurgický Výzkum	ArcelorMittal Ostrava	Výzkumný ústav hutnictví železa	Třinecké železářny
ČSN 12 020	50,-	80,-	90,-	70,-	80,-

### 3 Vyhodnocení analýzy, specifikace požadavků, identifikace problémů.

V následujících grafech (obr. 7-10) jsou názorně ukázány ceny jednotlivých zkoušek (zkouška tahem, zkoušky tvrdosti, zkouška lámavosti a zkouška rázem v ohybu) a dále společnosti, ve kterých tyto zkoušky provozují. V grafu je ukázána i průměrná cena zkoušky.

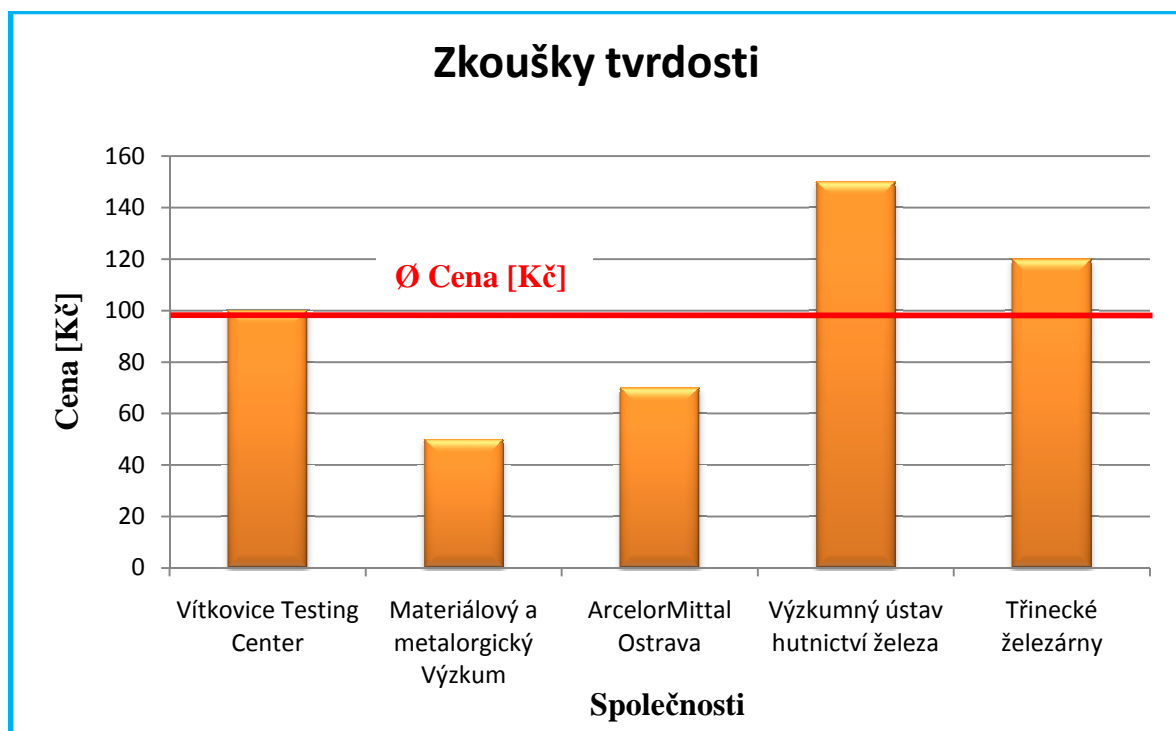
#### 3.1 Tahová zkouška



Obr. 7 Vyhodnocení cen za zkoušku tahem

*Průměrná cena za tahovou zkoušku s vyhodnocením zadaných požadavků je 480 Kč.*

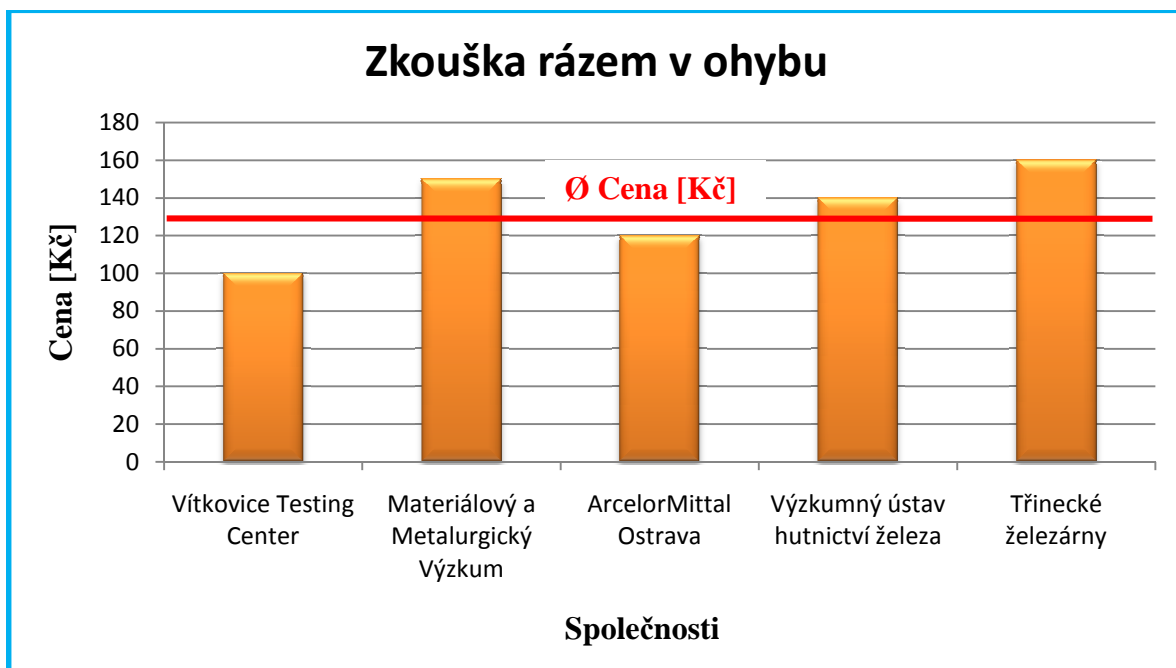
### 3.2 Zkouška tvrdosti



Obr. 8 Vyhodnocení cen za zkoušku tvrdosti

*Průměrná cena za zkoušku tvrdosti s vyhodnocením zadaných požadavků je 98 Kč.*

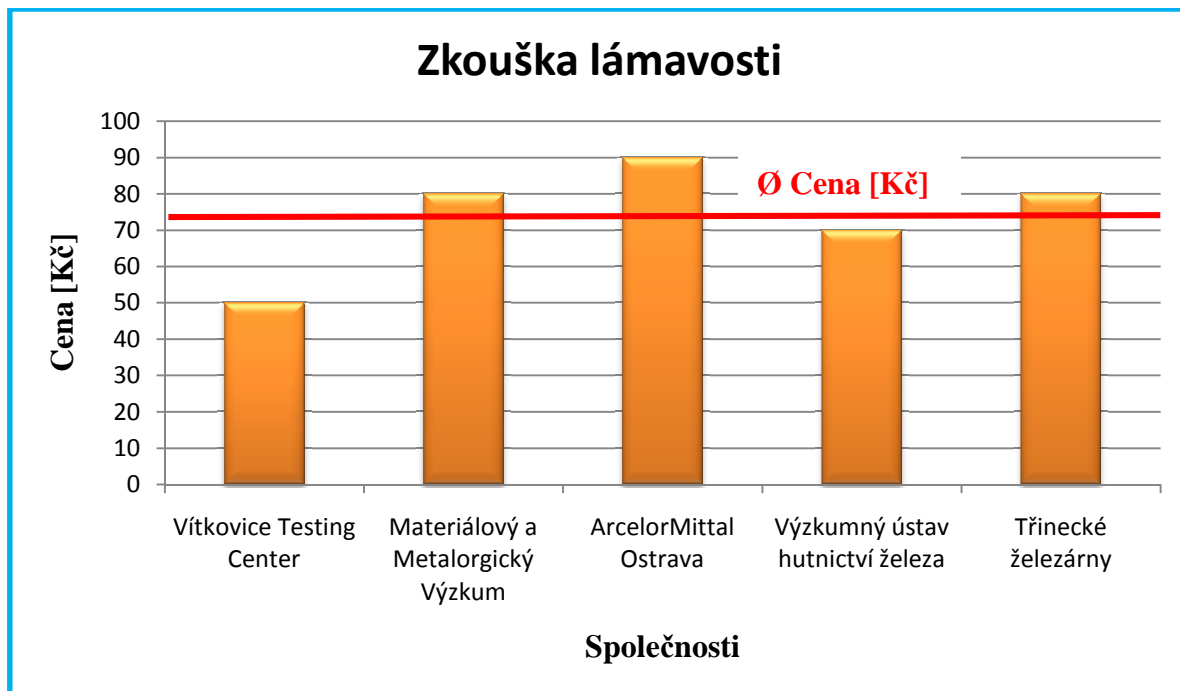
### 3.3 Zkouška rázem v ohybu



Obr. 9 Vyhodnocení cen za zkoušku rázem v ohybu

*Průměrná cena zkoušky rázem v ohybu s vyhodnocením zadaných požadavků je 134 Kč.*

### 3.4 Zkouška lámavosti



**Obr. 10** Vyhodnocení cen za zkoušku lámavosti

*Průměrná cena zkoušky lámavosti s vyhodnocením zadaných požadavků je 74 Kč*

### 3.5 Shrnutí

V předchozích grafech vidíme, že Vítkovice Testing Center a.s. mají nejnižší ceny. Je to dáno tím, že mají požadovaný počet strojů a strojních zařízení, dostatečný počet zakázek, pracují na 3 směny a vyhotoví několik 100 zkoušek za den.

Následující informace ohledně cenové nabídky, u výše zmíněných mechanických zkoušek bych využil ke stanovení cen v akreditované laboratoři na VŠB – TU Ostrava.

Výše cen by se měla pohybovat tak, abychom získali zákazníky, a přitom jsme byli výdělečně úspěšní. Do následující tabulky jsem zaznamenal své návrhy.

**Tab. 9** Ceny zkoušek na VŠB – TU Ostrava

VŠB – TU OSTRAVA	ZKOUŠKY			
	Zkouška tahem	Zkouška rázem v ohybu	Zkouška tvrdosti	Zkouška lámavosti
<b>Ceny [Kč]</b>	480,-	100,-	75,-	60,-

## 4 Vlastní návrhy a řešení

### 4.1 Strojní park

Trhací stroj s příslušenstvím, Charpyho kladivo a chladicí komoru jsem zvolil od společnosti Anmat Trading s.r.o., které sídlí v Ostravě. Tato firma dodává stroje značky Walter+bai ag. Sídlo firmy je ve Švýcarsku. Tvrdoměr mi dodá firma JD Dvořák, s.r.o. která dodává zkušební techniku.

#### 4.1.1 Stroje a k nim zařízení (Parametry)

Trhací stroj a k němu přípravy:

**Posilovací hydraulický univerzální testovací stroj typu TTM® - 500kN**



**Obr. 11** Trhací stroj TTM® - 500kN

Dvou sloupcová konstrukce s vysokou tuhostí a přesností sladěna pro statické napětí, stlačení, ohýbání nebo zkoušek na různých vzorcích a materiálů až do 500 kN. V TTM® řady je konstruován modulárně a mohou být konfigurovány s různými držadly a příslušenství, extenzometry, různých softwarových balíčků a dalších doplňků pro vaši konkrétní soupravu testování potřeb. Kompresní válec nebo ohýbací / sklápěcí zařízení mohou být stanoveny přímo na klín rukojeti. Trhací stroj má přesnost podle ISO 7500-1 třídy 0.5 s vysokým rozlišením a synchronizovaným měřením všech kanálů. TTM® série se vyznačuje dlouhým

pístovým zdvihem pro univerzální testování, aniž by došlo ke změně křížové úpravy. Stroj je kompletní s vysokou přesností zatěžovací buňky, digitálním převodníkem na zdvih pístu a posilovacím ventilem. Trhací stroj stojí na tlumičích a nevyžaduje žádné zvláštní základy. Jednotný pracovní prostor umožňuje vykonávat zkoušky tahem, tlakem a zkoušky ohybu.

#### Technické vlastnosti a data

**Tab. 10** Informace o trhacím stroji

TECHNICKÁ DATA		
Maximální testovací statické zatížení		±500 kN
Přesnost podle ISO 7500-1	5 – 500 kN	Cl. 0.5
	2.5 – 5 kN	Cl. 1
Zdvih pístu		600 mm
Digitální pístový zdvih snímače, rozlišení		0.82 µm
Maximální testovací rychlost, napětí		300 mm/min
Maximální testovací rychlost, komprese		175 mm/min
Vzdálenost mezi hlavami včetně uchycení		0-600 mm
Zdvih nastavený do maxima		1100 mm
Tuhost rámu břemena		500 kN/mm

#### Přibližné rozměry stroje

**Tab. 11** Rozměry trhacího stroje

ROZMĚRY STROJE	
Šířka	900 mm
Hloubka	800 mm
Výška	3375 mm
Hmotnost	3 400 kg
Barva: kámen-šedý	RAL 7030

#### **Doplňky k trhacímu stroji**

- Snímač síly (siloměr) LC-500
- Digitální systém kontroly Digi-Win-2000-EDC120
- Základní modul DION

- Dionstat – Aplikační software
- Přenosné ruční kolečko digi-win 99.9
- Ochrana kolem zkušebního prostoru TTM-500.1
- Sada hydraulických svíracích klínů typu WG-500-H



**Obr. 13** Upínací zařízení

- Sady pro ploché vzorky 0-16 mm WG-F.500
- Sady pro ploché vzorky 16-32 a 32-48 WG-F.500
- Sady pro kulaté vzorky Ø 5-10 a Ø8-20 mm WG-R.500
- Sady pro kulaté vzorky Ø 5-10, 8-20, 30-40 a 40-50 mm WG-R.500
- 19 " standardní konzole s integrovaným hydraulickým síťovým zdrojem NSPA



**Obr. 14** Standardní konzole NSPA

**Tab. 12** Technické vlastnosti konzole NSPA

TECHNICKÁ DATA	
Napájení	400V/3PH,N,E / 4 kW
Chlazení vody (možnost olej./ vzduch. chladicího systému)	3 L/min
Rozměry	600x900x2050
Váha	300 kg

- **Plně automatický průtahoměr MFL-300 MFL-2.0**

**Tab. 13** Specifikace MFL-300

SPECIFIKACE MFL-300		
Rozsah měření (max. vzdálenost mezi pákami)		10 - 290 mm
Nastavení nárazu		200 mm
Přesnost podle EN 10002	Linearita	0.005%
	Rozlišení	1 $\mu$ m
Rozměry vzorku	Plochá šířka	Max. 50 mm
	Plochá výška	Max. 30 mm
	Kulatý průměr	Max. 80 mm

- PC Pentium P4-3.0 GHz s mnohojazyčným operačním systémem PC-1.0
- Barevná tiskárna typu HP PC-2.1
- 3-bodový ohýbací přístroj BT-300 BT-300.0
- Digitální posuvné měřítko 150 mm s přesností 0.01 mm Opt.1
- Pár HT-pull tyčinek vyrobených z PM2000 HT-2.11
- Adaptér, aby namontoval natažené pruty do sevření zkušebního lisu AD-HT
- Dva adaptéry vyrobeny z PM 2000 HT-2.2
- Dva adaptéry z Inconel HT-2.2.950
- Pec na vysoké teploty typ STE-12H/1200°C

**Tab. 14** Vlastnosti pece STE-12H/1200°C

VLASTNOSTI PECE TYPU STE-12H/1200°C		
Jmenovitá teplota		100 – 1200 °C
Spotřeba tepla		20 °C/min
Výška topného pásma		210 mm
Teplotní přesnost regulace		$\pm 2$ °C
Rozměry	Vnitřní průměr	100 mm
	Vnější průměr	350 mm
	Výška	405 / 435 mm
	Váha	40 kg
	Napájení	400 V / 16 A



- Sklápěcí nosný držák
- Elektronická řídicí jednotka kompletně s regulátory
- Průtahoměr na vysoké teploty model 3548
- Průtahoměr na vysoké teploty model 3548.1 pro teploty až 1200 °C
- Cirkulující nádrž pro chlazení průtahoměru typu 3548, 3548COD a 3580
- Váha typu PB 8000-S/FACT

**Tab. 15** Vlastnosti váhy PB 8000-S/FACT

TECHNICKÉ DATA	
Maximální kapacita	8100 g
Čitelnost	0.8 g
Opakovatelnost	0.08 g
Přímočarost	± 1 g
Usazovací čas	1 s
Úprava s vnitřními váhami	ANO
Úprava s externími váhami	4000g
Citlivost (teploty vzorků)	10 ppm/°C
Rozhraní	RS232C
Velikost pánve, na které se váží	180 mm x 180 mm
Rozměry	245 mm x 321 mm x 89 mm

Kyvadlové kladivo a k němu přípravky:

**Charpyho testovací kladivo série PH 450**



**Obr. 15** Charpyho kladivo PH 450

V souladu s normami EN 10045-2 a ASTM E23 vhodné pro zkoušku rázem v ohybu podle Charpyho metody. Testovací zařízení se skládá ze silné konstrukce z litiny. Spodní část je masivní konstrukce, která schopně zajišťuje stálý základ. Vklíněný vzorek je upevněný na vhodném základu. Zařízení se dodává kompletně s přední hranou, centrovacím zařízením, DIN EN a ASTM kleštěmi, a návod pro obsluhu. Strojní zařízení je opatřeno oficiálním certifikátem kalibrace z akreditované kalibrační laboratoře (ISO 17 025) dle normy ISO 148-2 a ASTM E23.

Technické vlastnosti a data:

- „U“ konstrukce,
- Charpyho kyvadlové kladivo na 450 J,
- Motorový zdvihadí systém kladiv včetně elektromagnetického uvolnění,
- Vysoké rozlišení elektrického úhlového snímače (kódovacího zařízení), zesilovače a karta pro připojení PC pomocí spojovacího kabelu,
- Elektromagnetické brzdy u kyvadla,
- Elektromechanický bezpečnostní uvolňovací mechanismus poskytuje zprávu o kyvadlu,
- Středící přístroj pro správnou polohu „U“ nebo „V“ vzorku,
- Zastávky pro rychlou a opakovanou výměnu kovádky,

- Sada kovadlin s podpěrkami EN ISO, ASTM, DIN, ISO-V a ISO-U pro vzorky o rozměrech 55mm x 10mm x 10mm,

- Zásobník pro otestované vzorky.

Dodávka dále obsahuje:

- Příslušenství k přišroubování stroje k podlaze,
- PC Intel s více jazykovým systémem Windows XP, CD-ROM, 19“ plochy monitor, klávesnici, tiskárnu HP atd.,
- Softwarové programy pro nárazové zkoušky. Verze I-2000-WIN-XP pro rychlé a produktivní testování a odborné vyhodnocování,
- Získávání informací přes úhlové kódovací zařízení,
- Automatické ukládání dat,
- Výpočet počítá s jednotkami Joule, ale výsledek se vytiskne podle požadavků zákazníka,
- Statické vyhodnocení s histogramem a grafem,
- Software je přeložen do Angličtiny, Ruštiny, Němčiny a Francouzštiny.

Technické vlastnosti a data v tabulce

**Tab. 16** Vlastnosti Charpyho kladiva PH 450

TECHNICKÉ DATA	
Maximální dopadová síla	450 J
Rychlost nárazu	5.5 m/s
Úhlové klesání	150°
Úhlové rozlišení snímače	64 000 (360°)
Přírůstek čtení z monitoru	0.006 J
Vzdálenost mezi kovadlinami	40 mm
Povinná plocha na podlaze cca.	2385 x 850 mm
Celková výška	2273 mm
Hmotnost	1350 kg

Příslušenství:

Bezpečnostní pojistka pro PH 450 s rozměry 2290 x 780 x 2200 mm

Ocelová výztuž pro základnu

Chladicí komora s příslušenstvím**Chladicí komory CRYOSTA typ DC50-K75**

Vzduchem chlazená verze s digitálním regulátorem. Toto chlazení je vybaveno nádrží s otvorem pro přímou regulaci teploty vzorků. Vestavěný volný chladicí okruh CFC umožňuje účinně odvádět teplo. Tato metoda se často používá jako náhrada za chlazení vodou. Je tvořena silnou konstrukcí z vysoce nerezové oceli a teplotně odolného polymeru s uzavíracím poklopem. Odnímatelná mřížka usnadňuje čištění. Komora je vybavena rukojetí a výtokovým otvorem. Dále obsahuje dvě rychlostní silová čerpadla k redukování vzdušnosti v otevřené lázni, jednoduchou ochranu proti přetížení, čtyři snadno obsluhovatelné klávesnice, nastavitelná ochrana pro nadměrné a nedostačující teploty a elektronickou PID kontrolu pro používání velmi citlivého senzoru pro vysokou teplotní přesnost. Uživatel může si nadefinovat pevnou teplotu s oddělením RTA pro každou teplotu (RTA-skutečná teplotní úprava). Rozlišení displeje se může stanovit s přesností na 0.1 a 0.01 °C. Uživatel si může nastavit opravný součinitel k tomu, aby splňoval normu ISO 9004. Má vestavěný ETC (vnější teplotní regulátor) pro připojení externího čidla a nádrž má objem 6 litrů

**Tab. 17** Vlastnosti chladicí komory

<b>TECHNICKÁ DATA</b>		
Teplotní rozsah		-75 až 100 °C
Rozměry	Vnitřní	130 x 100 x 200 mm
Opakovatelnost	Vnější	380 x 460 x 720 mm
Obsah nádrže		6 litrů
Napájení		220V/2450VA
Hmotnost		65 kg

Příslušenství:

Šest svěrek DC50 pro vzorky výjimečných případů

10 litrů chladicí kapaliny do chladících komor DC50-K75

Tvrdoměr s příslušenstvím:

**Univerzální tvrdoměr UH 3**

Slouží pro veškeré normované a používané zkušební metody v silovém rozsahu 9,81N až po 2452 N. Přístroj spojuje vysokou mechanickou kvalitu s moderně regulovanou zkušební silou a výkonným softwarem „WIN Control“.

Technické vlastnosti a data:

- Nejmodernější, regulované zavedení zkušební síly (Closed Loop) pro zajištění nejvyšší přesnosti měření a výkonu i v těžkých provozních dílenských podmínkách,
- Obsluha a řízení pomocí systému Windows software „WIN Control“,
- Plně automatické, na obsluze nezávislé vyhodnocení vtisku,
- Inteligentní LED - osvětlovací systém,
- Komfortní správa zkušebních programů,
- Modulový systém umožňuje volbu různých variant přístroje:
  - Varianta A - veškeré zkušební metody
  - Varianta B - jen optické zkušební metody (HB / HV / HK)
  - Varianta C - Jen metody vtisku (HR / HB-T)

Univerzální tvrdoměr U3 vykonává zkoušky tvrdosti podle norem:

- a) ČSN EN ISO 6506-1....zkouška tvrdosti podle Brinella
- b) ČSN EN ISO 6507-1....zkouška tvrdosti podle Vickerse
- c) ČSN EN ISO 6508-1....zkouška tvrdosti podle Rockwella
- d) Brinell s metodou dle hloubky vtisku HB-T
- e) KNOOP ISO 4545



**Obr. 16** Tvrdoměr UH 3

Technické vlastnosti a data:

**Tab. 18** Vlastnosti tvrdoměru UH 3

TECHNICKÁ DATA	
Testovací výška	320 mm
Vyložení	215 mm
Hmotnost	230 kg
Rozměry	620 mm x 250 mm x 900mm
Napětí	230V 50/60 Hz
Barva	Světle šedá RAL 7035

**Doplňky ke strojům a k bezpečnosti práce**

Měřidla a měřicí pomůcky dodává firma M&B CALIBR Ivančice značek Lobster, Mitutoyo, Kinex a Holec . Měřidla a měřicí pomůcky nejsou kalibrované. Ostatní potřeby k bezpečnosti práce bych doporučil objednat s internetové firmy [www.4work.cz](http://www.4work.cz). [15]

**Digitální posuvné měřítko Lobster 150 mm a Lobster 300 mm**

Technické vlastnosti:

- 5 - místný LCD displej chráněný proti oleji a znečištění
- Opakovaná přesnost  $\pm 0,01$  mm
- Odečítání 0,01 mm
- Kazeta z umělé hmoty – s náhradní baterií (1,5 V; V303)



**Obr. 17** Digitální měřítko

### **Digitální vnější mikrometr MITUTOYO**

#### Technické vlastnosti:

- Přesnost 0.001 mm
- LCD displej 0-25 mm
- Měřicí plochy z tvrdokovu



**Obr. 18** Digitální mikrometr

### **Sada vnějších mikrometrů 6 - dílná KINEX**

#### Technické vlastnosti:

- 6 – dílná sada 0-150 mm (měřicí rozsahy: 0-25mm, 25-50mm, 50-75mm, 75-100mm, 100-125mm, 125-150 mm) od 25 mm s nastavitelnou měrkou
- Přesnost podle normy DIN 863
- Odečítání 0,01mm
- Měřicí šroub Ø 6,35 mm, stoupání 0,5 mm
- Měřicí bubínek Ø 17 mm
- Stupnice matně chromovány
- Měřicí plochy s tvrdokovu
- Oblouk s ochranou ruky



**Obr. 19** Sada mikrometrů

### Měřicí a zkoušecí deska HOLEX

#### Technické vlastnosti:

- Rozměry 400 mm x 400 mm x 100 mm
- Deska z granitu s přesností 0
- Přesnost podle normy DIN 876/0, jemně lapovaná diamantem pro kontrolu
- Tvrdší než kalená ocel (6 – 7 dle Mosovy stupnice)
- Teplotně a dynamicky stabilní



**Obr. 20** Měřicí a zkoušební deska

### Digitální přístroj na výškové odměřování a orýsování

#### Technické vlastnosti:

- Měřicí rozsah 300 mm
- Přesnost odčítání  $\pm 0,01$  mm
- 5 – místný LCD displej
- Podstava o rozměrech 110 mm x 65 mm
- Celková výška 458 mm
- Hmotnost 2,1 kg
- Nerezové kolejnice



**Obr. 21** Digitální výškoměr



### Mikrometrický hloubkoměr MITUTOYO

Technické vlastnosti:

- Rozsah 0-50
- Rozměr můstku 60 mm x 16 mm
- Počet nástavců 2.



Obr. 22 Mikroměr

### Digitální teploměr GMH 1170

Technické vlastnosti:

- Minimální teplota (°C): -65
- Maximální teplota (°C): 1150
- Počet vstupů 1
- Typ čidla: K
- Výsledky naměřených hodnot mezi °C a F



Obr. 23 Teploměr GMH 1170

### Obuv kotníková STOP RAIN EN345 S5

Technické vlastnosti:

- Nepromokavá kotníková obuv z PVC
- S ocelovou špicí a planžetou
- Traktorová podešev

### **Pracovní oblek VELA**

#### Technické vlastnosti:

- Dvoudílný pracovní oblek
- Bavlna 220g/m<sup>2</sup>

### **Rukavice LONG LIFE WINTER**

#### Technické vlastnosti:

- Rukavice aramidové odolné vysokým teplotám
- Mají manžetu a jsou dlouhé 280 mm

### **Ochranné brýle M3 – číré**

#### Technické vlastnosti:

- Postranice umožňují nastavit úhel a délku zorníku
- Pevný polykarbonátový zorník
- Dobré rozpoznání barev
- Integrovaný chránič obočí

### **Ochrana Sluchu EAR CLASSIC**

#### Technické vlastnosti:

- Tvarová paměť umožňuje dokonalé přilnutí ke stěně zvukovodu
- Zátky na zacpání z PVC pěny
- Nedráždí pokožku
- Omyvatelné, snadné a pohodlné použití

## 4.2 Náklady

### 4.2.1 Náklady na stroje a strojní zařízení

Stroje se budou platit v euro bankovkách. Kurz 26,48 Kč za 1 Euro. Dále pak všechny ceny jsou uvedeny bez DPH.

#### Trhací stroj s příslušenstvím

**Tab. 19** Náklady na trhací stroj

STROJ S PŘÍSLUŠENSTVÍM	TYP	CENA [KČ]
Posilovací hydraulický univerzální testovací stroj	TTM ® - 500kN	2 203 136,-
Snímač síly (siloměr)	LC-500	-
Digitální systém kontroly Digi-Win-2000-EDC120	digwin-1.0	-
Dionstat – Aplikační software	DION <sub>STAT</sub>	120 484,-
Přenosné ruční kolečko	digi-win 99.9	362 776,-
Ochrana kolem zkušebního prostoru	TTM-500.1	134 254,-
Sada hydraulických svíracích klínů	WG-500-H	789 104,-
Hydraulický síťový zdroj pro sevření klínu		-
Sady pro ploché vzorky 0-16 mm	WG-F.500	34 424,-
Sady pro ploché vzorky 16-32 a 32-48	WG-F.500	68 848,-
Sady pro kulaté vzorky Ø 5-10 a Ø8-20 mm	WG-R.500	68 848,-
Sady pro kulaté vzorky Ø 5-10, 8-20, 30-40 a 40-50 mm	WG-R.500	137 696,-
19 " standardní konzole s integrovaným hydraulickým síťovým zdrojem	NSPA	582 560,-
Plně automatický průtahoměr	MFL-300	754 680,-
Upínací sady pro instalaci na testovací stroj		-
Sada kabelů		-
PC Pentium P4-3.0 GHz s mnohojazyčným operačním systémem	PC-1.0	51 636,-
Barevná tiskárna typu HP	PC-2.1	5 826,-
tříbodový ohýbací přístroj	BT-300	92 415,-
1 sada jader a ložisek Ø 20 mm		-
1 sada jader a ložisek Ø 30 mm		-

STROJ S PŘÍSLUŠENSTVÍM	TYP	CENA [KČ]
Adaptér na opravu klínového uchopení		-
Digitální posuvné měřítko 150 mm s přesností 0.01 mm	Opt.1	25 262,-
Adaptér	AD-HT	63 816,-
Pár HT-pull tyčinek vyrobených z PM2000	HT-2.11	87 914,-
Dva adaptéry z Inconel	HT-2.2.950	24 891,-
Pec na vysoké teploty	STE-12H/1200°C	752 297,-
Sklápěcí nosný držák		-
Elektronická řídicí jednotka kompletně s regulátory		-
Průtahoměr na vysoké teploty model 3548		454 397,-
Cirkulující nádrž pro chlazení průtahoměru	3548, 3548COD a 3580	167 089,-
Váha	PB 8000-S/FACT	68 583,-
Zabalení a odeslání		66 200,-
Výuka a výcvik pracovníků po dobu 3 dnů		66 200,-
Nainstalování a vyzkoušení stroje		158 880,-
<b>CELKEM za trhací stroj včetně příslušenství</b>		<b>7 342 216,-</b>

### Charpyho kyvadlové kladivo

**Tab. 20** Náklady na Charpyho kladivo

STROJ S PŘÍSLUŠENSTVÍM	TYP	CENA[KČ]
Charpyho testovací kladivo	PH 450	1 652 352,-
Bezpečnostní pojistka pro PH 450	SG150/300	154 908,-
Ocelová výztuž pro základnu	PH.1	75 733,-
Zabalení a odeslání		66 200,-
Výuka a výcvik pracovníků po dobu 2 dnů		66 200,-
Nainstalování a vyzkoušení stroje		158 880,-
<b>CELKEM za Charpyho kladivo včetně příslušenství</b>		<b>2 174 273,-</b>

**Chladicí komora****Tab. 21** Náklady na chladicí komoru

<b>STROJ S PŘÍSLUŠENSTVÍM</b>	<b>TYP</b>	<b>CENA[KČ]</b>
Chladicí komory CRYOSTA	DC50-K75	488 821,-
Šest svěrek	DC50	14 828,-
10 l chladicí kapaliny do chladících komor	SIL 100	48 194,-
Zabalení a odeslání		66 200,-
<b>CELKEM za chladicí komoru s příslušenstvím</b>		<b>618 043,-</b>

**Tvrdoměr****Tab. 22** Náklady na tvrdoměr

<b>STROJ S PŘÍSLUŠENSTVÍM</b>	<b>TYP</b>	<b>CENA[KČ]</b>
Trhací stroj	UH 3 Varianta A	606 392,-
Kamera	CCD	-
Automatická identifikace měření	Pro variantu A	46 870,-
Testovací deska pro testovací kus D=80 mm		4 502,-
Držák pro určitou testovací metodu		5 508,-
Doporučeno aby vybralo pro každou zkušební metodu vhodný kalibr tvrdosti		
Standardní ocelová trojúhelníková deska; rozměry: 70 mm x 70 mm x 70 mm; tloušťka 6 mm		
Kalibr tvrdosti	60 HRC	3 761,-
Kalibr tvrdosti	80 HRA	3 761,-
Kalibr tvrdosti	80 HRB	3 840,-
Kalibr tvrdosti	80 HR 30N	3 999,-
Kalibr tvrdosti	720 HV 30	6 170,-
Kalibr tvrdosti	150 HBW 2,5/62,5	4 661,-
Kalibr tvrdosti	300 HBW 2,5/187,5	4 476,-
Kalibr tvrdosti	72 HBW-T 2,5/62,2	3 999,-
Držadlo s diamantovým kuželem 120°	HRC, HRA, HRD, HR xx N	5 508,-
Držadlo s diamantovým 4bokým jehlanem 136°	HV	6 435,-
Držadlo s karbidovou kuličkou 1/8 "	HRE, HRH, HRK	3 575,-
Držadlo s karbidovou kuličkou 1/16 "	HRB, HRF, HRG, HR xxT	3 575,-

<b>STROJ S PŘÍSLUŠENSTVÍM</b>	<b>TYP</b>	<b>CENA [KČ]</b>
Držadlo s karbidovou kuličkou 1mm	HB	3 575,-
Držadlo s karbidovou kuličkou 2,5 mm	HB	3 787,-
Testovací destičky		
Hranolová testovací destička	D = 45 mm	3 761,-
Hranolová testovací destička	D = 85 mm	3 972,-
Planoflex- plochá testovací destička	D = 60 mm	4 952,-
Planoflex- hranolová testovací destička	D = 50 mm	7 865,-
Automatický souřadnicový X-Y stůl pro UH 3	180 mm x 180 mm	243 749,-
Mechanická podpěra	1500 x 750 x 840	25 367,-
Ochranný kryt proti prachu		848,-
Zabalení a odeslání		7 547,-
Instalace servisním technikem		-
<b>CELKEM za testovací stroj s příslušenstvím</b>		<b>1 022 455,-</b>

### Ostatní měřidla a bezpečnostní vybavení

**Tab. 23** Náklady na ostatní měřidla

<b>MĚŘIDLA A PŘÍSLUŠENSTVÍ</b>	<b>CENA[KČ]</b>
Digitální posuvné měřítko LOBSTER150 mm	561,-
Digitální posuvné měřítko LOBSTER 300 mm	1 950,-
Digitální vnější mikrometr MITUTOYO	4 814,-
Sada vnějších mikrometrů 6 – dílná	3 090,-
Digitální přístroj na výškové odměřování a orýsování	4 870,-
Měřicí a zkoušecí deska HOTEX	4 676,-
Mikrometrický hloubkoměr MITUTOYO	3 828,-
Digitální teploměr GMH 1170	2 022,-
<b>CELKEM za měřidla a příslušenstvím</b>	<b>25 811,-</b>

**Tab. 24** Náklady na bezpečnostní vybavení

<b>BEZPEČNOSTNÍ VYBAVENÍ</b>	<b>CENA[KČ]</b>
Obuv kotníková STOP RAIN EN345 S5	660,-
Pracovní oblek VELA	350,-
Rukavice LONG LIFE WINTER	415,-
Ochranné brýle M3 – číré	248,-
Ochrana sluchu EAR CLASSIC	799,-
<b>CELKEM za bezpečnostní vybavení pro 1 zaměstnance</b>	<b>2 472,-</b>
<b>CELKEM za bezpečnostní vybavení pro 2 zaměstnance</b>	<b>4 944,-</b>

#### 4.2.2 Náklady akreditace [15]

- 1) Registrační poplatek za registraci žádosti o akreditaci ..... 5 300Kč
- 2) Pravidelný roční poplatek za akreditovaný subjekt ..... 5 300Kč
- 3) Vydání osvědčení o akreditaci v anglickém jazyce ..... zahrnuto v ceně
- 4) Poplatek za vydání osvědčení o akreditaci v jiném cizím jazyce ..... 2 000 Kč
- 5) Za překlad jedné strany přílohy osvědčení o akreditaci do cizího jazyka soudním překladatelem ..... 350Kč
- 6) Poplatek za jmenování pilotního pracoviště organizátorem mezilaboratorního porovnávání zkoušek na základě posouzení laboratoře na místě ..... 14 000Kč
- 7) Poplatek za jmenování pilotního pracoviště na základě předcházejícího kladného posouzení a posouzení dokumentace ..... 5 000Kč
- 8) Poplatek za dohled při prvním oznámení zahraničního environmentálního ověřovatele o provádění konkrétní ověřovací činnosti v ČR ..... 19 800Kč
- 9) Poplatek za dohled při opakovaném oznámení zahraničního environmentálního ověřovatele o provádění konkrétní ověřovací činnosti v ČR ..... 14 850Kč

Další výdaje ohledně akreditace:

Podle počtu zkušební postupů v závislosti na počtu pracovníků jsou určeny základní ceny posuzovaného žadatele nebo posuzovaného subjektu v rámci dozoru. Další rozdělení je jestli se jedná o první nebo opakovanou akreditaci. Přepočítání základních cen ještě závisí na čase, kterého je potřeba k řádnému posouzení splnění akreditačních kritérií.

V případě budoucí akreditované laboratoři Vysoké Školy Báňské, ve které se budou provádět 4 mechanické zkoušky (zkoušky tahem, rázem v ohybu, tvrdosti, lámavosti) bude výše ceny:

**Tab. 25** Náklady na akreditaci [15]

POČET ZKOUŠEK	POČET PRACOVNÍKŮ	DRUH AKREDITACE	CENA [KČ]
4	1 až 2	První akreditace	92 480,-

K ceně 92 480,- se přičítá ještě cca 20% na náklady spojené s akreditací (ubytování, strava, atd.). Výsledkem je cena: cca **111 000 Kč**.

Do oblasti akreditace musíme započítat ceny dozorových návštěv. Jejich požadavky se rozdělují podobně jako u akreditace, jen je nerozdělujeme, jestli je to první dozor nebo ne.

**Tab. 26** Náklady na dozorové návštěvy [15]

POČET ZKOUŠEK	POČET PRACOVNÍKŮ	CENA [KČ]
4	1 až 2	20 190,-

K ceně 20 190,- se připočítává ještě cca 23% na náklady spojené s akreditací (ubytování, strava, atd.). Výsledkem je cena: cca **24 228 Kč**.

**CELKEM za akreditaci s dozorovou návštěvou 201 828 Kč.**



#### 4.2.3 Náklady kalibrace

Jeden z požadavků na trhavací stroj, tvrdoměr a Chyrpyho kladivo, které budou v nové akreditované laboratoři, byla jejich kalibrace podle příslušných norem. Měřidla a měřicí pomůcky kalibrované nejsou. Kalibraci budeme provádět u firmy M&B CALIBR, spol. s.r.o.

**Tab. 27** Kalibrace měřidel [16]

<b>MĚŘIDLO</b>	<b>CENA [KČ]</b>
Digitální posuvné měřítko Lobster 150	328,-
Digitální posuvné měřítko Lobster 300	328,-
Digitální vnější mikrometr MITUTOYO	322,-
Sada vnějších mikrometrů 6 - dílná KINEX	322 x 6 = 1932,-
Digitální přístroj na výškové odměřování a orýsování	254,-
Mikrometrický hloubkoměr MITUTOYO	244,-
Digitální teploměr GMH 1170	1023,-
<b>CELKEM za kalibraci měřidel</b>	<b>4 431,-</b>

#### 4.2.4 Náklady na normy

Ceny norem [15]

**Tab. 28** Náklady na normy

NORMA		CENA [KČ]
ČSN EN 10002-1	Zkušební metoda tahem za okolních teplot	405,-
ČSN EN 10002-5	Zkušební metoda tahem za zvýšených teplot	293,-
ČSN 42 0313	Zkušební metoda tahem za snížených teplot	72,-
ČSN EN 10045-1	Zkušební metoda rázem v ohybu podle Charpyho	203,-
ČSN 42 0382	Zkouška rázem v ohybu za snížených teplot	126,-
ČSN 42 0383	Zkouška rázem v ohybu za zvýšených teplot	72,-
ČSN 42 0350	Stanovení teploty křehkosti konstrukčních ocelí zkouškou rázem v ohybu	126,-
ČSN EN ISO 7438	Zkušební metoda ohybem	198,-
ČSN EN ISO 6506-1	Zkušební metoda podle Brinella	211,-
ČSN EN ISO 6506-4	Tabulky hodnot tvrdosti podle Brinella	211,-
ČSN EN ISO 6507-1	Zkušební metoda podle Vickerse	315,-
ČSN EN ISO 6507-4	Tabulky hodnot tvrdosti podle Vickerse	588,-
ČSN EN ISO 6508-1	Zkušební metoda podle Rockwella	315,-
ČSN EN ISO/IEC 17025	Posuzování shody - Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří	405,-
<b>CELKEM za normy</b>		<b>3 540,-</b>

#### 4.2.5 Celkové náklady na akreditovanou laboratoř

**Tab. 29** Celkové náklady na akreditovanou laboratoř

<b>CELKOVÉ NÁKLADY NA AKREDITOVANOU LABORATOŘ</b>	<b>CENA [KČ]</b>
Trhací stroj s příslušenstvím	7 342 216,-
Charpyho kladivo s příslušenstvím	2 174 273,-
Tvrdoměr s příslušenstvím	1 022 455,-
Chladicí komora s příslušenstvím	618 043,-
Měřidla s příslušenstvím	25 811,-
Bezpečnostní vybavení	4 944,-
Náklady za akreditaci s dozorovou návštěvou	201 828,-
Náklady za kalibraci	4 431,-
Náklady za normy	3 540,-
<b>Celkem</b>	<b>11 397 541 Kč</b>

## 5 Závěrečné zhodnocení práce

Cílem bakalářské práce bylo provedení základního marketingového průzkumu a základní ekonomický rozbor tržních podmínek pro možný vznik akreditované zkušební laboratoře zaměřené na destruktivní zkoušení mechanických vlastností kovových materiálů na VŠB-TU Ostrava.

Z provedeného průzkumu a následného ekonomického rozboru vyplývá, že předpokládané náklady na vznik výše uvedené laboratoře a provozování v prvním roce, dle současných cenových nabídek, vycházejí cca 11 400 000,-Kč.

Výše vyčíslených finančních prostředků vycházejí z nutných investic, které by bylo nutné pro vznik laboratoře realizovat. Dále pak z nákladů nutných jak pro samotný proces akreditace, tak i pro kalibrace zařízení a přístrojů. Do nákladů byly rovněž zahrnuty nutné personální náklady pro dva pracovníky laboratoře.

Dále z provedeného marketingového průzkumu v regionu vyplývá, že v posuzovaném segmentu trhu existuje dostatečná nabídka podobných služeb. (hodnocení mechanických vlastností). Do marketingového průzkumu byly zahrnuty jednak běžné zkušební laboratoře strojírenských podniků, z nichž největší společností je Vítkovice Testing Center, a.s., tak rovněž velmi specializovaná pracoviště zaměřená nejen na stanovování běžných mechanických vlastností, ale také na vysoce specializované činnosti v oblasti destruktivního zkoušení (MATERIÁLOVÝ A METALURGICKÝ VÝZKUM, s.r.o.)

Z hlediska počtu vzorků a tedy četností zkoušení, z čehož rezultují rovněž nejnižší ceny je zcela bezkonkurenční společnost Vítkovice Testing Center, a.s.

Na základě provedeného rozboru je tedy patrné, že vznik a provozování laboratoře pro konvenční zkoušky mechanických vlastností se jeví jako neekonomické a je zde velké riziko, že taková laboratoř by na trhu nenašla dostatečný počet zákazníků.

Jednou z možností, jak zajistit vyšší přidanou hodnotu nabízených služeb zkoušení mechanických vlastností v rámci Severomoravského regionu, je nabídka realizace některých zkoušek nekonvenčních mechanických vlastností při využití již pořízených přístrojů a zařízení, např. zkouška mikrotvrdosti, zkouška adhezivního opotřebení, zkoušení instrumentovaným Charpyho kladivem. Jinou možností zvýšení přidané hodnoty je pak interpretace získaných výsledků zejména v návaznosti na strukturní stav či historii tepelného zpracování.

Chtěl bych poděkovat vedoucí bakalářské práce paní Ing. Petře Kočiščákové, Ph.D. za odborné vedení a poskytování cenných rad a připomínek při jejím zpracování. Dále děkuji společnosti Materiálový a metalurgický výzkum, s.r.o., panu Ing. Ladislavu Kandrovi, Ph.D. a Vítkovice Testing Center, a.s., především paní Ing. Janě Serafínové, MBA a společnosti za dodané informace a možnosti exkurse v akreditované laboratoři pro zkoušky mechanických vlastností.

## Seznam použitých pramenů

- [1] ČIA, *Český institut pro akreditaci, o. p. s. – Úvodní stránka* [online], poslední aktualizace 14. 5. 2009 [cit. 2009-5-15] Dostupný z [www](http://www.cia.cz/default.aspx?id=1):  
<URL:<http://www.cia.cz/default.aspx?id=1>>.
- [2] ČIA, *Český institut pro akreditaci, o. p. s. – Akreditace zkušebních laboratoří* [online], poslední aktualizace 14. 5. 2009 [cit. 2009-5-15] Dostupný z [www](http://www.cai.cz/attachment.aspx?id=524):  
<URL:<http://www.cai.cz/attachment.aspx?id=524>>.
- [3] ČIA, *Český institut pro akreditaci, o. p. s. – Akreditace zkušebních laboratoří* [online], poslední aktualizace 14. 5. 2009 [cit. 2009-5-15] Dostupný z [www](http://www.cia.cz/attachment.aspx?id=395):  
<URL:<http://www.cia.cz/attachment.aspx?id=395>>.
- [4] ČIA, *Český institut pro akreditaci, o. p. s. – Metodické pokyny pro akreditaci* [online], poslední aktualizace 14. 5. 2009 [cit. 2009-5-15] Dostupný z [www](http://www.cai.cz/files/02_03-MPA%2000-01-09%2020090320.pdf):  
<URL:[http://www.cai.cz/files/02\\_03-MPA%2000-01-09%2020090320.pdf](http://www.cai.cz/files/02_03-MPA%2000-01-09%2020090320.pdf)>.
- [5] ČECH, J., PERNIKÁŘ, J., JANÍČEK, L. *Strojírenská metrologie*. Brno: PC-DIR Real, 1998. 175 s. ISBN 80 – 214 – 1230 – 5.
- [6] PERNIKÁŘ, J., TYKAL, M., VAČKÁŘ, J. *Jakost a metrologie, část: Metrologie*. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, 2001. 151 s. ISBN 80 – 214 – 1997 – 0.
- [7] ČMI, *Český metrologický institut, Služby ČMI – Kalibrace a ověření měřidel* [online], poslední aktualizace 5. 2. 2009 [cit. 2009-5-15] Dostupný z [www](http://www.cmi.cz/index.php?dwn=1&par=4235&wdc=116&lang=1):  
<URL:<http://www.cmi.cz/index.php?dwn=1&par=4235&wdc=116&lang=1>>.
- [8] VUT BRNO, *Zkouška rázem v ohybu* [online], [cit. 2009-5-15] Dostupný z [www](http://drogo.fme.vutbr.cz/opory/pdf/umvi/zk.raz.ohybu.pdf):  
<URL:<http://drogo.fme.vutbr.cz/opory/pdf/umvi/zk.raz.ohybu.pdf>>.
- [9] VUT BRNO, *Zkouška tahem* [online], [cit. 2009-5-15] Dostupný z [www](http://ime.fme.vutbr.cz/files/Studijni%20opory/nomd/zkouska%20tahem.doc):  
<URL:<http://ime.fme.vutbr.cz/files/Studijni%20opory/nomd/zkouska%20tahem.doc>>.

- [10] FRUTÍŠEK, *Měření tvrdosti* [online], [cit. 2009-5-15] Dostupný z www: <URL:<http://frutisek.destrukteri.net/school/vysoka/materialy1/03%20-%20mereni%20tvrlosti.pdf>>.
- [11] VUT BRNO, *Zkoušky tvrdosti* [online], [cit. 2009-5-15] Dostupný z www: <URL: [jaja.kn.vutbr.cz/~janirek2/dok/materialy/4tTvrlost.doc](http://jaja.kn.vutbr.cz/~janirek2/dok/materialy/4tTvrlost.doc)>.
- [12] VELES, P. a kol., *Mechanické a defektoskopické skúsky kovov*. 3. Vydanie, Bratislava: ALFA, 1982. 164 s. 63 – 801 – 82.
- [13] M&B CALIBR, *Akreditovaná laboratoř: Prodej, oprava a kalibrace měřidel* [online], [cit. 2009-5-15] Dostupný z www: <URL:<http://www.mbcaltbr.cz/>>.
- [14] 4WORK.CZ, *Internetový obchod: nástroje pro bezpečnou práci*. [online], [cit. 2009-5-15] Dostupný z www: <URL: <http://www.4work.cz/>>.
- [15] ČIA, *Český institut pro akreditaci, o. p. s. – ceník* [online], poslední aktualizace 14. 05. 2009 [cit. 2009-5-15] Dostupný z www: <URL:[http://www.cai.cz/files/10\\_03-P001%20Cen%C3%ADk%20slu%C5%BEeb%20%C4%8CIA%2020080613.pdf](http://www.cai.cz/files/10_03-P001%20Cen%C3%ADk%20slu%C5%BEeb%20%C4%8CIA%2020080613.pdf)>.
- [16] M&B CALIBR, *Akreditovaná laboratoř: Prodej, oprava a kalibrace měřidel* [online], [cit. 2009-5-15] Dostupný z www: <URL:<http://www.mbcaltbr.cz/kalibrace-měřidel/>>
- [17] PETRUŽELKA, J. *Ročníkový projekt. Jak psát bakalářskou práci* [online]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, poslední aktualizace 21. 10. 2006 [cit. 2007-04-10]. Dostupný z www:<URL:<http://www.345.vsb.cz/jiripetruzelka/Texty/Jak%20psat.pdf>>.
- [18] ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
- [19] ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.
- [20] TECHNORD, *Technord Ing. Jiří Řezníček* [online], [cit. 2009-5-15] Dostupný z www: <URL: <http://www.technicke-normy-csn.cz/>>.

## 6 Seznam příloh

1.1	Ceník za akreditovanou laboratoř .....	2
1.2	Ceník kalibraci měřidel.....	3
1.3	Tabulka zatížení podle Rockwella .....	4
1.4	Tabulka ověřování a kalibrace měřidel.....	5
1.5	Objednávka trhačího stroje .....	6
1.6	Objednávka chladicí komory .....	19
1.7	Objednávka Charpyho kladiva.....	21
1.8	Objednávka tvrdoměru .....	24